

**Д.Ю. Омельчук,
Н.А. Христинець, к.т.н.**

Луцький національний технічний університет, Луцьк

ПЕРЕВАГИ МІКРОАРХІТЕКТУРИ RISC У СУЧАСНИХ ПРОЦЕСОРАХ APPLE M1

Функціонування сучасних настільних комп'ютерів різних виробників довгий час було окреслене архітектурою систем команд CISC. Проте, останні три роки компанія Apple почала випускати комп'ютери на базі власного процесора M1.

Вперше ці процесори були представлені у листопаді 2020 року, показавши що навіть процесори на незвичній мікроархітектурі для десктопних ПК архітектури RISC [1] можуть добитися схожої або й кращої одно процесорної продуктивності ніж у багатьох сучасних процесорів Intel та AMD. Зокрема, процесор M1 є одним з найбільш енергоефективних процесорів на ринку й досі, враховуючи що Apple M2 отримав покращення у продуктивності, але не енергоефективності і навіть поступається в цьому параметрі своєму попереднику.

Щоб добитися такої продуктивності у власному десктопному процесорі, Apple знадобився весь досвід, який вони набули за час створення процесорів серії A, кожен з яких був побудований на мікроархітектурі RISC [2]. За цей час вони виділили багато переваг цієї мікроархітектури і працювали над тим, щоб ці переваги були ще більш виразними.

Через фіксовану довжину інструкцій, завантаження великої кількості інструкцій і виконання паралельних операцій з ними це стало доволі простою задачею. Цей етап становлення мікроархітектури названий компанією «позачерговим виконанням». Суть його полягає в наступному. CISC інструкції отримують доступ до пам'яті перед завершенням операції, тому паралельне виконання стає важчою задачею, ніж у обмежених у довжині RISC інструкціях.

Наприклад, для виконання операції множення, CISC-процесор потребує однієї комплексної інструкції, щоб отримати доступ до двох комірок пам'яті. Для цієї ж операції потрібно 4 інструкції RISC, з яких дві – завантаження чисел і по одній для виконання

операції множення і збереження результату. Щоб скористатися цією перевагою, Apple M1 має великий буфер пере-упорядкування, який зберігає інструкції для подальшого аналізу на можливість виконання паралельно.

Це означає, що M1 має перевагу у більшій кількості паралельних операцій через коротші інструкції і збереження їх в буфері пере-упорядкування. M1 включає в себе набагато більшу кількість декодерів інструкцій, ніж процесори на мікроархітектурі x86 через те, що це набагато простіша задача, якщо працювати з інструкціями фіксованої довжини. Більша кількість декодувальників дозволяють інструкціям ділитись на мікрооперації для паралельного виконання. Це ще один приклад простішої реалізації паралельних обчислень у цьому процесорі.

Intel та AMD також використовують буфер переупорядкування у своїх процесорах, але він має набагато менший об'єм пам'яті, ніж процесор Apple [3].

Отже, M1 є так званим проривом серед процесорів мікроархітектури RISC та водночас доказом того, що, не зважаючи на довжину інструкцій, можливо створити швидкий та енергоефективний процесор.

ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА

1. *Архітектура комп'ютерів. Частина 1 : лабораторний практикум / Л. В. Крупельницький, А. В. Снігур, С. В. Богомолів. – Вінниця : ВНТУ, 2020. – 104 с.*

2. *Frumusanu A. Apple Announces The Apple Silicon M1: Ditching x86 - What to Expect, Based on A14 [Електронний ресурс] / Andrei Frumusanu // Anandtech. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.anandtech.com/show/16226/apple-silicon-m1-a14-deep-dive>*

3. *Truly A. M1 Mac: How RISC Makes Apple Silicon Faster Than Intel [Електронний ресурс] / Alan Truly // Screen Rant. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://screenrant.com/apple-silicon-m1-mac-risc-faster-than-intel>*